Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV©

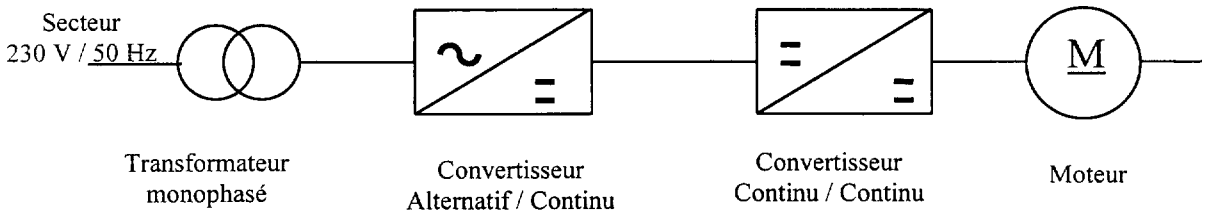
Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
www.formav.co/explorer

COMMANDE DE VITESSE D'UN MOTEUR A COURANT CONTINU

- Le dispositif d'ensemble permet de régler la vitesse d'un moteur à courant continu. Il est résumé par le synoptique n°1.

Synoptique n°1



- L'étude portera sur :

  - le convertisseur alternatif / continu, alimentant le convertisseur continu / continu ;
  - le convertisseur continu / continu qui comprend le système de commande du transistor et l'amplification de puissance ;
  - le moteur à courant continu à aimants permanents.

PARTIE I : Etude du convertisseur alternatif-continu (4 points)

- Le dispositif étudié est représenté figure 1, ci-dessous.

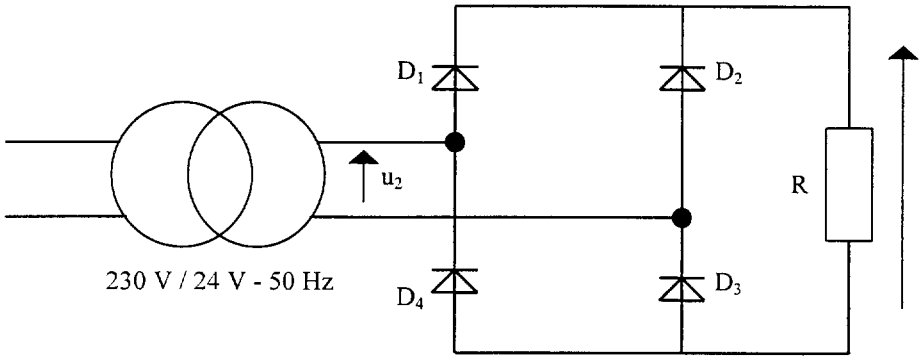


figure 1

- Le transformateur monophasé 230 V / 24 V - 50 Hz alimente un pont redresseur à quatre diodes supposées idéales.

- Le pont redresseur à quatre diodes est alimenté par une tension sinusoïdale u_2 de fréquence f et de valeur efficace U telles que : f = 50 Hz ; U = 24 V.

I.1) Calculer le rapport de transformation, m, du transformateur.

I.2) Placer sur le schéma de montage, représenté figure 7 du document réponse n°1, page 8/9, les branchements de l'oscilloscope permettant de visualiser la tension v(t) disponible à la sortie du pont redresseur.

I.3) On place à la sortie du pont une résistance R et on visualise la tension v(t) à l'aide d'un oscilloscope.

I.3.1) Représenter, sur la figure 8 du document réponse n°1, page 8/9, la forme de l'oscillogramme obtenu en précisant la valeur maximale et la période de la tension observée.

I.3.2) Calculer la valeur moyenne, notée <v>, de la tension v(t) aux bornes de la résistance.

I.3.3) Citer un type d'appareil permettant la mesure de la valeur moyenne <v> de la tension v(t).

I.3.4) On désire filtrer la tension v(t) disponible à la sortie du pont redresseur pour obtenir la valeur moyenne <v>. Quel composant doit-on utiliser pour réaliser ce filtrage ? Préciser son branchement.

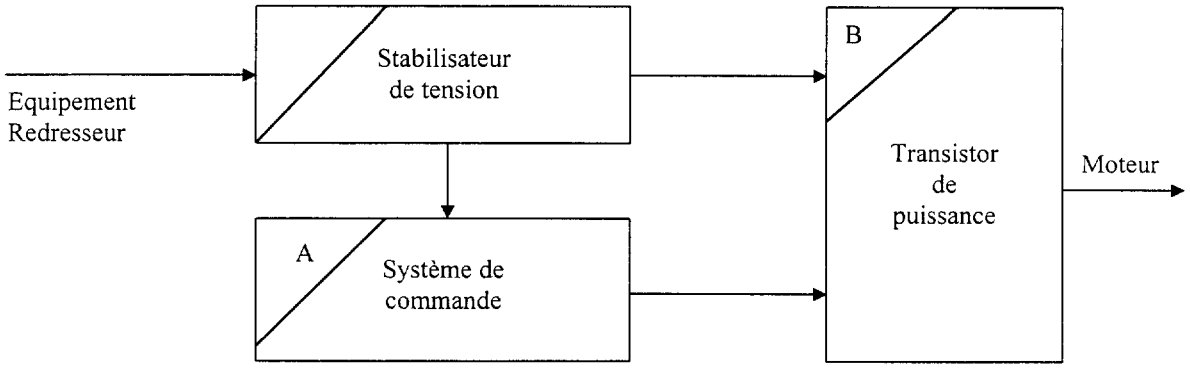
PARTIE II : Etude du convertisseur continu-continu (11,5 points)

- La tension de sortie du convertisseur alternatif-continu, correctement filtrée, alimente le convertisseur continu-continu, représenté par le synoptique n°2, page 4/9.

- Ce convertisseur est constitué de trois sous-ensembles :
  a) stabilisateur de tension
  b) système de commande
  c) transistor de puissance

- Il fournit au moteur à courant continu, étudié dans la partie III, une tension moyenne réglable et il alimente le système de commande.

Synoptique n°2



- Le sous-ensemble, stabilisateur de tension, est représenté ci-dessous, figure 2.

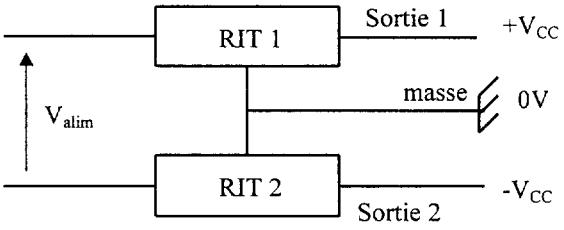


figure 2

Les deux régulateurs intégrés de tension, l'un positif (RIT 1) et l'autre négatif (RIT 2) sont alimentés par une tension constante de valeur V_{alim} telle que : $V_{alim} = 30$ V

A. Etude du système de commande du transistor (6 points)

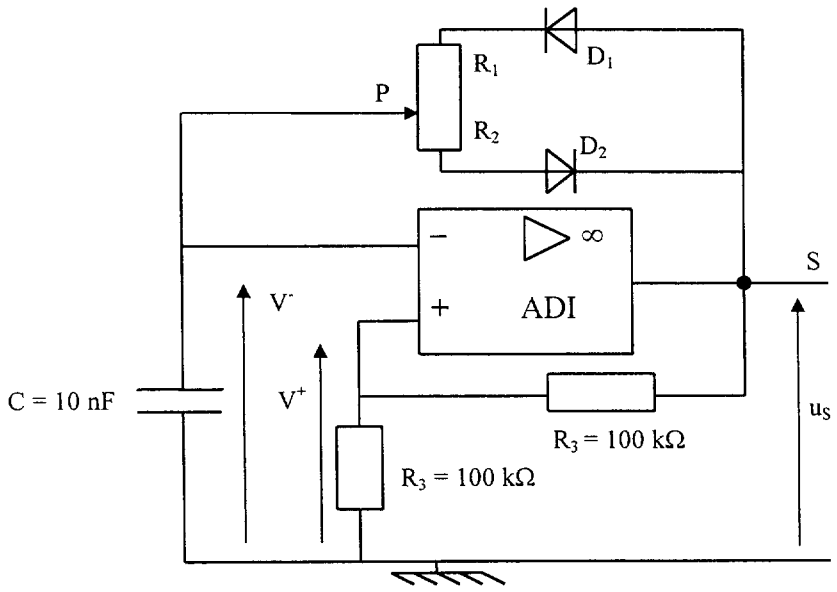


Figure 3

- Le montage étudié figure 3 représente un multivibrateur astable réalisé autour d'un amplificateur de différence intégré, appelé aussi amplificateur opérationnel.
- Dans toute cette partie, les courants d'entrée de l'amplificateur de différence intégré sont supposés nuls.

- L'amplificateur de différence intégré est alimenté par un système de deux tensions symétriques $\pm V_{CC}$ telles que : $\pm V_{CC} = \pm 12$ V.
- Les tensions de saturation $\pm V_{sat}$ de l'amplificateur de différence intégré sont telles que : $\pm V_{sat} = \pm 12$ V.
- Les diodes D_1 et D_2 sont idéales.
- P est un potentiomètre tel que : P = 470 kΩ.
- On désigne par R_1 la résistance de la fraction de P reliée à la diode D_1 et par R_2 la résistance de la fraction de P reliée à la diode D_2.

II.A.1) On laisse le curseur du potentiomètre en position fixe telle que $R_1 = 100$ kΩ.
On obtient, en superposition, les oscillogrammes représentés figure 4, ci-dessous.

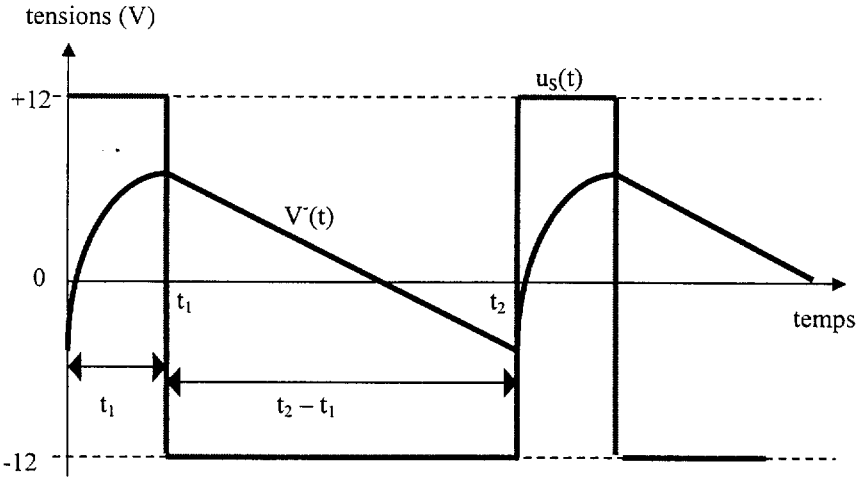


Figure 4

II.A.1.1) Sur l'intervalle de temps $[0,t_1]$, la valeur de la tension u_S est : $u_S = +12$ V. Calculer la valeur de la tension V^+.

II.A.1.2) Représenter le schéma équivalent du circuit de charge du condensateur entre les instants 0 et t_1, puis entre les instants t_1 et t_2.

II.A.1.3) Donner les expressions littérales, en fonction de t_1 et de t_2 :
- de la période T de la tension de sortie $u_S(t)$;
- du rapport cyclique α de cette tension défini par le quotient de la durée du niveau haut sur la période.

II.A.1.4) Calculer la valeur numérique du rapport cyclique α en admettant les relations suivantes :

$$t_1 = R_1 C \ln 3 \; ; \quad t_2 - t_1 = R_2 C \ln 3.$$

II.A.2) On fait varier le curseur du potentiomètre P dans un sens tel que R_1 augmente.

II.A.2.1) Montrer que la période T est constante et que sa valeur est quasiment égale à 5,2 ms.

II.A.2.2) Comment évoluent la durée t_1 et le rapport cyclique α ?

II.A.2.3) Calculer la valeur de t_1 pour $\alpha = 0,4$. Tracer alors sur la figure 9 du document réponse n°1 la tension $u_S(t)$ pour cette valeur de α.

B. Étude du transistor de puissance (5,5 points)

- Le transistor de puissance étudié Tr est représenté sur la figure 5, ci-dessous. Son coefficient d'amplification en courant a pour valeur $\beta = 50$.
- Il est attaqué par le signal de sortie $u_S(t)$ du multivibrateur astable (voir figure 3) et fonctionne en commutation.
- Lorsque le transistor est saturé, on utilisera les valeurs suivantes : $V_{BEsat} = 0,7$ V et $V_{CEsat} = 0$ V.

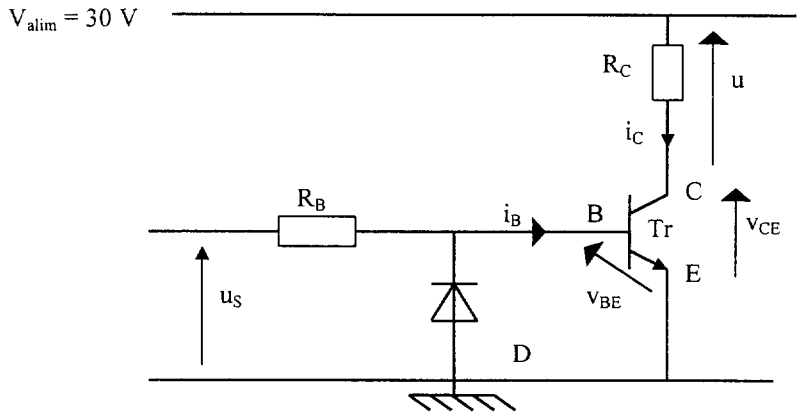


Figure 5

II.B.1) Préciser :

II.B.1.1) le type et la famille du transistor Tr utilisé ;

II.B.1.2) les états du transistor et les valeurs de v_{CE} lorsque $u_S = +12$ V et $u_S = -12$ V ;

II.B.1.3) le rôle de la diode D (dont la tension de seuil est nulle).

II.B.2) On désire limiter i_C à 0,5 A. Calculer :

II.B.2.1) la valeur minimale de R_C qui permet de réaliser cette limitation ;

II.B.2.2) la valeur maximale de R_B qui sature juste le transistor.

II.B.3) On règle le multivibrateur de telle façon que le rapport cyclique α de la tension $u_S(t)$ ait pour valeur : $\alpha = 0,4$. L'allure de la tension $u_S(t)$ observée dans ces conditions est représentée figure 10 sur le document réponse n°2, page 9/9.

II.B.3.1) En fonction du signe de la tension u_S, indiquer les intervalles de conduction et préciser les états du transistor Tr (saturé ou bloqué), sur le graphe 1 du document réponse n°2.

II.B.3.2) Tracer, sur les graphes 2, 3 et 4 du document réponse n°2, les variations des tensions v_{BE}, v_{CE} et u sur deux périodes complètes.

II.B.4) On désigne par <u> la valeur moyenne de la tension u(t).

II.B.4.1) Etablir l'expression littérale de <u> en fonction de α et V_{alim}.

II.B.4.2) Calculer numériquement <u>.

PARTIE III : Etude du moteur à courant continu (4,5 points)

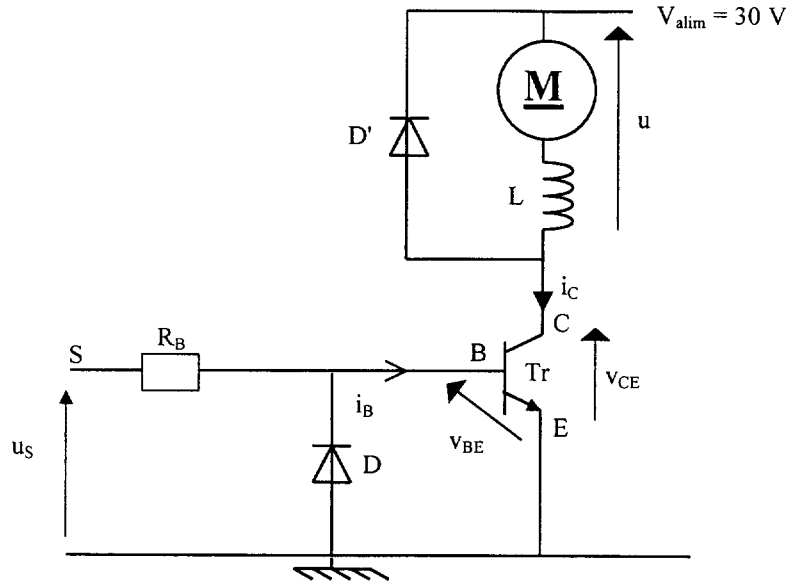


Figure 6

- Dans le sous-ensemble (transistor de puissance) étudié au paragraphe B de la partie II, on remplace la résistance R_C (voir figure 5) par un moteur, une inductance de lissage et une diode suivant le schéma représenté figure 6.
- Dans ces conditions, le moteur peut être considéré comme alimenté par une tension continue de valeur $U = \alpha \, . \, V_{alim}$.
- On donne pour valeur $V_{alim} = 30$ V et on désigne par α le rapport cyclique de la commande.

Le moteur utilisé possède les caractéristiques suivantes :

- Inducteur à aimants permanents.
- Tension maximale d'induit : 30 V.
- Intensité maximale du courant d'induit : 0,5 A.
- Résistance de l'induit : $R = 2\ \Omega$.

- On rappelle l'expression de la f.é.m induite E (unité : V) en fonction de la vitesse de rotation n (unité : $tr.min^{-1}$) : $\mathbf{E = K.\Phi.n}$.

III.1) Représenter le schéma électrique équivalent de l'induit et flécher la tension U au bornes de l'induit et l'intensité I du courant dans l'induit.

III.1.1) Que représente la grandeur Φ dans l'expression ci-dessus ?
III.1.2) Justifier que pour le moteur utilisé on puisse écrire : $E = k.n$. On admettra que la valeur de k est : $k = 0{,}115\ V.tr^{-1}.min$
III.1.3) Écrire, en utilisant le schéma, la relation liant U, E et I pour le moteur à courant continu.

III.2) On s'intéresse au démarrage du moteur.

III.2.1) Donner l'expression de la tension minimale U pour que l'arbre moteur se mette à tourner.
III.2.2) α étant initialement réglé à 0, calculer la valeur minimale de α pour que le rotor se mette à tourner sans dépasser l'intensité maximale admise.

III.3) Pour α =0,4 on a relevé : n = 100 tr/min. Calculer :

III.3.1) La tension aux bornes de l'induit U.
III.3.2) La f.é.m E.
III.3.3) L'intensité du courant d'induit I.
III.3.4) La puissance électromagnétique P_{EM} et le moment du couple électromagnétique T_{EM}.

I.2 Schéma de branchement de l'oscilloscope

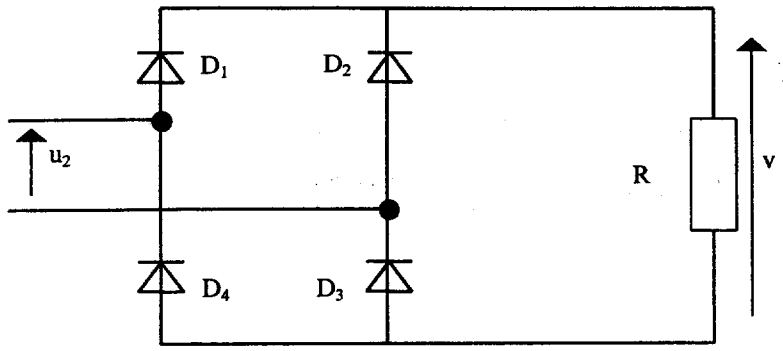


Figure 7

I.3.1 Allure de la tension v(t)

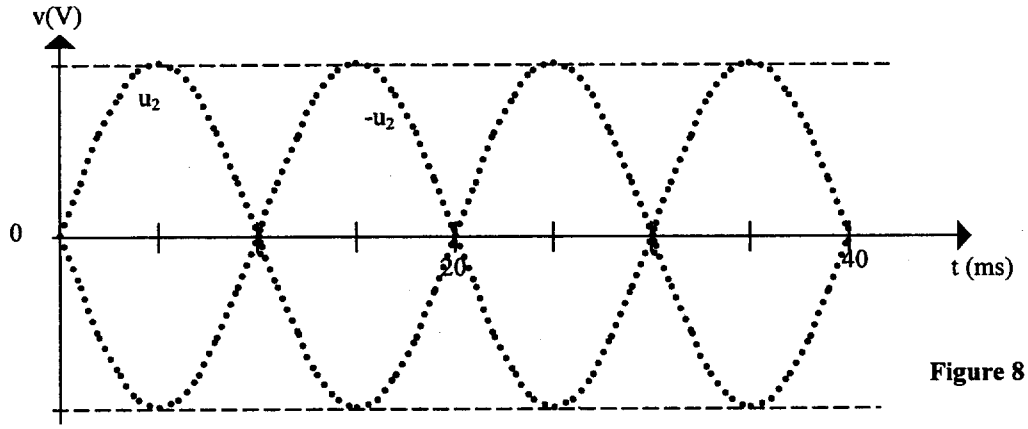


Figure 8

II.A.2.3 Allure de la tension $u_S(t)$ pour $\alpha = 0,4$

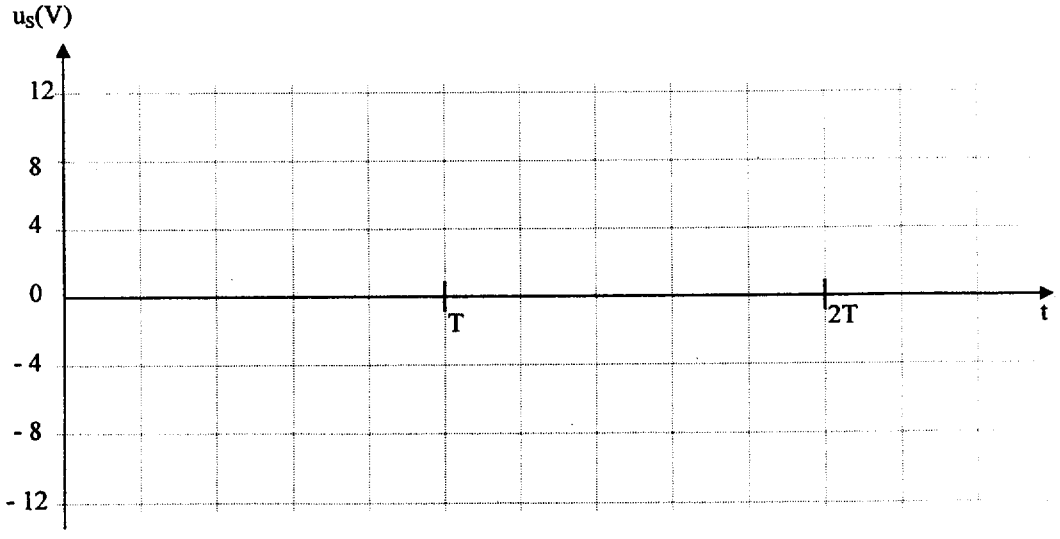


Figure 9

DOCUMENT REPONSE n°2

II.B.3

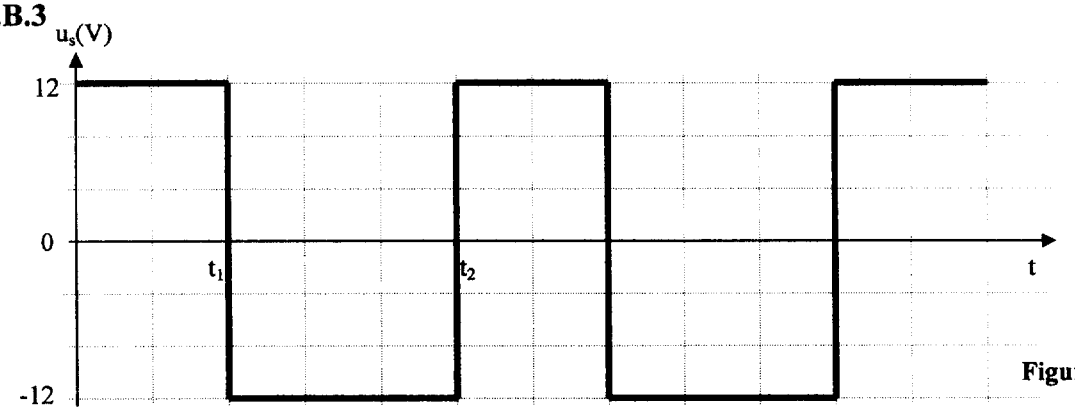
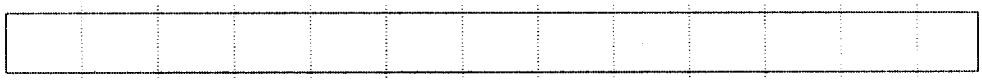
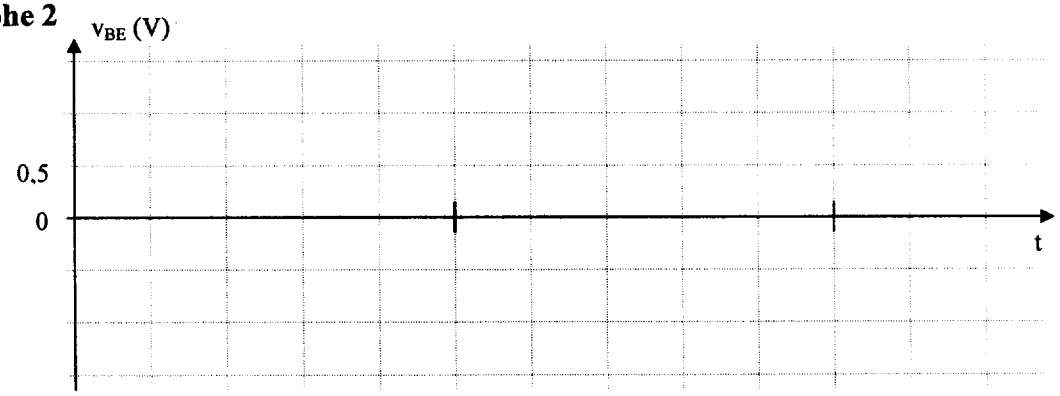


Figure 10

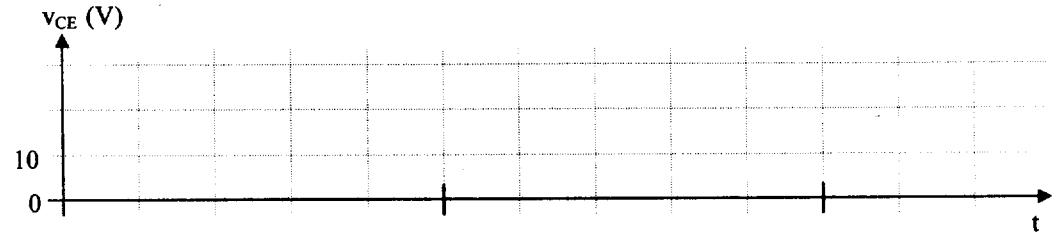
Graphe 1 Intervalles de conduction de Tr



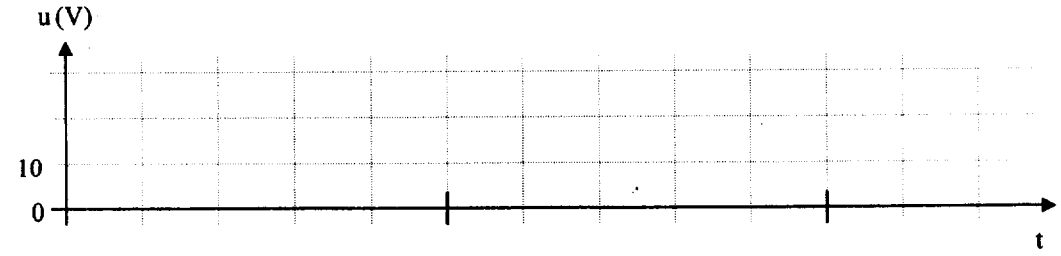
Graphe 2



Graphe 3



Graphe 4



Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.